



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 22 470 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
H 05 K 3/32  
H 05 K 3/34

DE 198 22 470 A 1

⑯ Aktenzeichen: 198 22 470.2  
⑯ Anmeldetag: 19. 5. 98  
⑯ Offenlegungstag: 9. 12. 99

⑯ Anmelder:  
Litton Precision Products International Inc., 82216  
Maisach, DE

⑯ Vertreter:  
Patentanwälte MÜLLER & HOFFMANN, 81667  
München

⑯ Erfinder:  
Läntzsch, Michael, 82194 Gröbenzell, DE

⑯ Entgegenhaltungen:  
US 54 10 805 A  
EP 07 90 762 A2  
JP 08-2 50 835 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Formteil und Verfahren zur Befestigung elektronischer Bauelemente auf Trägern

⑯ Das flächige Formteil, das zur Befestigung elektronischer Bauelemente auf Trägern zwischen Bauelementen und Träger zu liegen kommt, ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß es im Muster der zu bildenden elektrischen Verbindungen Perforationen aufweist. Das Formteil eignet sich zur Befestigung von mit Lothügeln versehenen Flip-Chips oder von Ball-Grid-Array-Bauelementen auf Leiterplatten. Es kommt so zwischen Träger und Bauelement zu liegen, daß sich die Lothügel bzw. Balls über die Perforationen durch das Formteil hindurch zu den entsprechenden Anschlüssen auf der Leiterplatte erstrecken, wo ein Verlöten der Lothügel bzw. Balls mit den Anschlüssen erfolgen kann. Das Formteil besteht vorzugsweise aus einem thermisch härtbaren Material mit Schmelzklebeigenschaften und wird beim Bestückungsprozeß zwischen Bauelement und Träger eingebracht. Zur Befestigung von Flip-Chips kann das Formteil durch Beschichten und Zerteilen eines zuvor mit Lothügeln versehenen Wafers erzeugt und die so gehaltene Struktur aus Chip und Formteil auf den Träger aufgetragen werden.

DE 198 22 470 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Formteil zur Befestigung elektronischer Bauelemente auf Trägern, sowie ein Verfahren zur Befestigung elektronischer Bauelemente auf Trägern mit Hilfe eines Formteils. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Formteil aus einem Harz- oder Polymermaterial, mit dem Bauelemente, an denen Lothügel (Bumps) oder Lothügelchen (Balls) zum Verlöten des Bauelements angebracht sind, auf Trägern verankert werden, bzw. ein Verfahren, durch das solche Bauelemente mit Hilfe eines derartigen Formteils auf Trägern befestigt werden. Solche Bauelemente sind insbesondere Flip-Chips und Ball-Grid-Array (BGA)-Bauelemente.

Für die Befestigung von Halbleiter-Chips auf Leiterplatten existieren verschiedene Techniken. Je nach den Erfordernissen können Chips direkt oder in Gehäusen verpackt auf Leiterplatten verankert werden. Die Tendenz, Halbleiter-Chips mit immer zahlreicherem Anschlüssen auf immer geringerem Raum unterbringen zu müssen, führte zur Entwicklung von Flip-Chips und BGA-Bauelementen, bei denen die Anschlußstellen für die elektrischen Verbindungen mit der Leiterplatte über praktisch die gesamte Oberfläche des Chips (Flip-Chip) bzw. Unterseite des Gehäuses (BGA- und µBGA-Gehäuse) verteilt sind.

Zur Befestigung von Flip-Chips auf Leiterplatten werden an der Oberseite des Halbleiters befindlichen Anschlüsse für die elektrischen Verbindungen zuerst z. B. mit Lotpaste versehen, die anschließend zu Lothügeln umgeschmolzen wird. Der mit Lothügeln versehene Halbleiter wird dann so auf die Leiterplatte gesetzt, daß die Lothügel zur Leiterplatte hin orientiert sind. Die Lothügel treffen dabei auf die Leiterbahnen, die im entsprechenden Layout auf der Leiterplatte angebracht sind. Anschließend erfolgt durch einen Lötprozess das Verlöten des Chips über die Lothügel mit der Leiterplatte (Controlled Collapse Chip Connection-Verfahren). Die Lötverbindungen gewährleisten eine stabile, korrosionsbeständige und zuverlässige elektrische Verbindung zwischen Chip und Leiterplatte.

In vergleichbarer Weise werden BGA-Bauelemente so auf Leiterplatten aufgesetzt, daß die Balls auf der Leiterplatte zu liegen kommen und in einem anschließenden Lötprozess die BGA-Bauelemente über die Balls mit dem Schaltungsmuster der Leiterplatte elektrisch leitend verbunden werden.

Die Lötverbindungen reichen jedoch für eine mechanisch stabile Verbindung nicht aus. Insbesondere besteht die Gefahr, daß bei Temperaturbelastungen aufgrund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten des Siliciums, des Halbleiters und des Trägermaterials thermische Spannungen auftreten, wodurch Schäden an den Lötverbindungen entstehen können. Um dies zu vermeiden ist es Stand der Technik, die Verankerung von Flip-Chips und BGA-Bauelementen auf Leiterplatten zusätzlich mechanisch zu stabilisieren.

In EP 0 285 450 ist eine Epoxidharzzusammensetzung offenbart, die nach dem Verlöten des Bauelements auf der Leiterplatte in einem flüssigen, reaktiven Zustand auf die Leiterplatte aufgetragen wird, aufgrund von Kapillarkräften in den engen Spalt zwischen Chip und Substrat eindringt und anschließend thermisch ausgehärtet wird. Durch diesen als "Unterfüllung" ("underfill") bezeichneten Prozeß wird die Verbindung zwischen Chip und Träger mechanisch stabilisiert. Sind dem Unterfüllungsmaterial außerdem thermisch leitfähige Substanzen (z. B. AlN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder SiO<sub>2</sub>) beigemengt, so erfolgt über dieses Material eine Ableitung endogener oder exogener Wärme, so daß Temperaturschwankungen ausgeglichen und thermische Belastungen

reduziert werden.

Das genannte Verfahren des Unterfüllens ist jedoch mit Nachteilen für das Fertigungsverfahren verbunden. Zum einen sind die zur Unterfüllung eingesetzten Materialien in der Regel nur begrenzt haltbar und erfordern spezielle Lagerungsbedingungen. Vor der Verarbeitung müssen sie gegebenenfalls in zusätzlichen Arbeitsschritten aufbereitet und anschließend innerhalb einer sehr begrenzten Zeit verarbeitet werden. Zum zweiten ist der Auftrag reaktiver Unterfüllungsmaterialien mit großem apparativen Aufwand verbunden. Die Materialien müssen mit speziellen Auftragsapparaturen (Dispensern) aufgetragen werden, die unterhalten und insbesondere regelmäßig geleert und gereinigt werden müssen. Neben dem zeitlichen Aufwand erfordert letzteres den Einsatz von z. T. teuren oder wenig umweltverträglichen Lösungsmitteln und führt dazu, daß Lösungsmittelabfall anfällt. Zum dritten erfordert dieses Verfahren, daß auf dem Träger unmittelbar neben dem Bauelement eine Fläche frei bleibt, auf der der Auftrag des Harzes erfolgen kann. Dies ist in Fällen, in denen Schaltungen möglichst klein gestaltet werden müssen, unerwünscht. Zum vierten erfordert das Ausfüllen des Spaltes durch das dünnflüssige Harz Zeit, die in der Regel nicht für weitere Bestückungsvorgänge genutzt werden kann, so daß Maschinenzeit verlorengeht. Um die Unterfüllungszeiten zu reduzieren, wird in der Regel die gesamte Baugruppe auf 40°C bis 60°C erwärmt, um das Unterfließen zu beschleunigen. Danach müssen derart bestückte Platinen in einem Reflow-Ofen erneut gehärtet werden. Schließlich besteht bei konventionellen Unterfüllungsverfahren die Gefahr, daß es zu Lufteinschlüssen und damit auch zu Feuchtigkeitseinschlüssen zwischen Halbleiter und Träger kommt, was zu einer Beschädigung und zu einem Ausfall der Schaltung zu einem späteren Zeitpunkt führen kann.

Als Alternative zum Unterfüllen elektronischer Bauelemente mit flüssigem Harz und nachfolgender Aushärtung ist in der US 5 386 624 ein Verfahren offenbart, bei dem ein dünnes Folienstück, das aus einem nicht-leitenden Material, wie z. B. einem Epoxid-, Silikon- oder Urethanharz oder -polymer besteht und das in Form und Größe dem jeweiligen Bauelement angepaßt ist, auf den Träger oder auf das Bauelement in der Weise aufgebracht wird, daß es nach Aufsetzen des Bauelements auf dem Träger zwischen Bauelement und Träger zu liegen kommt. Durch Thermokompression wird das Bauelement dann mit dem Träger mechanisch verbunden. Die elektrische Verbindung erfolgt nach diesem Verfahren in üblicher Weise über ein Verlöten von Bauelement und Träger über an den Bauelementen befindliche Anschlußstellen. Dieses Verfahren bietet insbesondere den Vorteil, daß keine dem Bestückungsvorgang fremden Prozesse und Maschinen eingesetzt werden müssen, keine Zeit für ein Einfüllen des Unterfüllungsmaterials benötigt wird und weitere Bauelemente auch in der unmittelbaren Nähe des so unterfüllten Bauelements angebracht werden können. Sofern das Folienmaterial bereits vor der Thermokompression Hafteigenschaften besitzt, ist das Bauelement außerdem schon vor dem Verlöten fixiert, so daß die Gefahr des Verrutschens des nicht-verlötenen Bauelements bei anschließenden Bestückungsvorgängen reduziert wird.

Das genannte Verfahren eignet sich zwar für die Befestigung von Bauelementen, an deren Unterseite eine ausreichend große, zusammenhängende Fläche zur Verfügung steht, über die das Bauelement mit dem Folienstück verbunden wird, nicht jedoch für die Befestigung von Flip-Chips oder BGA-Bauelementen, deren der Leiterplatte zugewandte Seite mit zahlreichen, über die gesamte Fläche verteilten Lothügeln bzw. Balls belegt ist.

Die Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Ver-

fahren bzw. eine technische Lösung für das Problem anzugeben, Bauelemente wie Flip-Chips und BGA-Gehäuse auf Trägern, insbesondere auf Leiterplatten, zuverlässig mechanisch derart zu verankern, daß die Notwendigkeit des Unterfüllens solcher Bauelemente mit flüssigen Materialien entfällt und somit der mit dem Bestücken von Leiterplatten mit Bauelementen verbundene apparative und zeitliche Aufwand reduziert wird.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch ein flächiges Formteil, das beim Bestücken eines Trägers für elektronische Bauelemente zwischen Träger und Bauelement zu liegen kommt und das im Layout der zu bildenden elektrischen Verbindungen Perforationen aufweist, sowie durch ein Verfahren, bei dem zur Bestückung eines Trägers für elektronische Bauelemente ein solches Formteil zwischen Träger und Bauelement eingebracht wird, gelöst. In einer besonderen Ausführungsform wird ein solches Formteil nicht nur zur mechanischen Befestigung, sondern zusätzlich zur Umhüllung des Bauelementes eingesetzt. In einer weiteren besonderen Ausführungsform wird im Rahmen des erfundungsgemäßen Verfahrens die Herstellung und das Aufbringen des Formteils auf Chips mit dem Zerteilen eines Wafers zu Chips kombiniert.

Bauelement-Formteil- und Bauelement-Formteil-Träger-Sstrukturen sind in den Ansprüchen 11 bzw. 13 angegeben. Besonders zweckmäßige und bevorzugte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind in den abhängigen Ansprüchen wiedergegeben.

Das erfundungsgemäße Formteil ermöglicht eine stabile, zuverlässige mechanische Verankerung von Flip-Chips oder BGA-Bauelementen auf Trägern, ohne daß ein Unterfüllen der Bauelemente mit flüssigen Materialien erforderlich ist. Gemäß dem erfundungsgemäßen Verfahren wird das Formteil zwischen Träger und Bauelement eingebracht und damit eine stabile mechanische Verbindung erreicht. Die elektrische Verbindung von Bauelement und Träger kann durch Verlöten der Lothügel bzw. Balls mit dem Schaltungsmuster der Leiterplatte erfolgen. So geschaffene leitfähige Verbindungen zeichnen sich durch eine hohe Zuverlässigkeit, Haltbarkeit und Korrosionsbeständigkeit aus.

Gegenstand der Erfindung, wie sie in den unabhängigen Patentansprüchen und in vorteilhaften Ausführungsformen in den abhängigen Patentansprüchen angegeben ist, ist demnach ein flächiges Formteil und ein Verfahren unter Verwendung dieses Formteils zum Bestücken eines Trägers für elektronische Bauelemente, wobei das Formteil im Muster der elektrischen Anschlüsse des Bauelementes Perforationen aufweist und zwischen Träger und Bauelement zu liegen kommt.

Das erfundungsgemäße Formteil kann aus einem beliebigen, für den genannten Zweck geeigneten Material (Harz oder Polymer), einem Materialgemisch oder aus übereinander geschichteten Materialien bestehen. Insbesondere eignen sich härbare Materialien, die in nicht-ausgehärtetem Zustand vorliegen oder in einen nicht-ausgehärteten Zustand überführt werden können, sowie Materialien, die Hafteigenschaften besitzen oder durch eine geeignete Behandlung Hafteigenschaften entwickeln können. Besonders geeignet sind Formteile, die aus einem thermisch härbaren Material mit Schmelzklebeigenschaft bestehen, ein solches Material enthalten oder mit einem solchen Material beschichtet sind. Neben solchen Materialien, bei denen die Klebeeigenschaft durch eine Temperaturerhöhung hervorgerufen wird, eignen sich auch Harze oder Polymere, bei denen die Hafteigenschaft während des Vorräumungsprozesses durch Druckeinwirkung oder durch eine chemische Behandlung erzeugt wird. Außerdem können Formteile verwendet werden, bei denen eine Schicht mit Hafteigenschaften durch Entfernen

einer Schutzschicht (Releasefolie) zugänglich gemacht wird.

Insbesondere eignen sich Harze und Polymere auf der Basis von z. B. Epoxiden, Acrylaten, Epoxycrylaten, Polyamiden, Polyimiden, Polyestern, Siliconen, Ethylen-Vinylacetat oder (Butadien-modifiziertem) Polystyrol sowie Phenolharze. Besonders geeignet sind Epoxidharze.

Die Wahl der für die Formteile verwendeten Materialien wird vom Fachmann unter Berücksichtigung der Eigenschaften der zu verbindenden Komponenten und der erwünschten Eigenschaften der zu bildenden Struktur (z. B. erhöhte mechanische oder thermische Belastbarkeit) getroffen. Insbesondere hängt die Wahl von der chemischen Zusammensetzung der Oberfläche des Trägers und des Bauelements ab. Außerdem werden unter Berücksichtigung der jeweiligen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Chip- und Trägermaterialien Harze oder Polymere mit geeigneten Glasübergangstemperaturen gewählt.

Die Schmelz-, Aushärtungs- und Hafteigenschaften von Epoxidharzen können über Art und Menge darin enthaltener Vernetzungsreagenzien kontrolliert werden. Als Vernetzungsreagenzien eignen sich alle üblicherweise für die Vernetzung von Epoxidharzen eingesetzten chemischen Substanzen, insbesondere aber solche, die zusätzlich noch Flußmittelleigenschaften besitzen, wie z. B. Substanzen aus der Gruppe der Diamine, der Polyamine und der intramolekularen Anhydride von Di- und Polycarbonsäuren.

Die Hafteigenschaften können durch Zusatz geeigneter Zusatzstoffe, wie z. B. Kolophonium-, Kohlenwasserstoff- oder Cumaronharze, modifiziert werden.

Das erfundungsgemäße Formteil kann zusätzlich zu den genannten Materialien ein Flußmittel, ein Flußmittelgemisch oder eine ein Flußmittel enthaltende oder freisetzende Substanz enthalten. Das Flußmittel, das Flußmittelgemisch oder die ein Flußmittel enthaltende oder freisetzende Substanz kann homogen in dem Formteil verteilt sein oder sich in den Perforationen des Formteils befinden. Es können alle üblicherweise zum Löten verwendeten Flußmittel eingesetzt werden, so z. B. alkoholische oder wässrige Flußmittellösungen, die Kolophonium und/oder organische Säuren wie etwa gesättigte und ungesättigte aliphatische Mono- und Dicarbonsäuren, sowie aromatische Mono- und Dicarbonsäuren, enthalten. In Verbindung mit Formteilen, die aus einem Epoxidharz bestehen oder ein Epoxidharz enthalten, können insbesondere auch Diamine, Polyamine oder Anhydride von Di- oder Polycarbonsäuren verwendet werden, denen gleichzeitig eine Funktion bei der Aushärtung des Harzes zukommt.

Der Vorteil der Verwendung von Formteilen mit darin enthaltenen Flußmitteln besteht darin, daß hierdurch die Notwendigkeit entfällt, den Träger oder die Anschlüsse der Bauelemente in einem zusätzlichen Bearbeitungsschritt mit Flußmitteln zu behandeln. Es entfallen außerdem Reinigungsschritte, die nach einem direkten Auftrag von Flußmitteln, z. B. auf Leiterplatten, notwendig sein können. Der Bestückungsprozeß wird beschleunigt und vereinfacht.

Des weiteren kann das erfundungsgemäße Formteil Substanzen enthalten, die die Wärmeleitfähigkeit erhöhen. Solche Substanzen sind dem Fachmann bekannt und können, angepaßt an die konkreten Erfordernisse, in Art und Menge variabel gewählt werden. Beispiele für üblicherweise eingesetzte Substanzen sind Aluminiumnitrid, Siliciumdioxid und Aluminiumoxid.

Das erfundungsgemäße Formteil weist Perforationen auf, durch die die Lothügel der Bauelemente mit dem Träger in Kontakt treten. Diese Perforationen sind demzufolge in einem Muster in das Formteil eingebracht, das dem Muster der Lothügel auf dem Flip-Chip bzw. dem Muster der Balls

an dem BGA-Bauelement entspricht.

Die genauen räumlichen Abmessungen des jeweils verwendeten Formteils werden in Anpassung an Art, Form und Größe des zu befestigenden Bauelements und an Form, Größe, Zahl und geometrische Anordnung der Lothügel bzw. Balls gewählt.

Die Perforationen können z. B. durch photolithographische Techniken, durch Ätztechniken, durch mechanisches Stanzen, durch Stanzen mit Laserlicht oder durch andere, dem Fachmann geläufige Techniken erzeugt werden. Selbstverständlich können auch alle zuvor genannten Verfahren nicht nur an den bereits in Form und Größe den zu verbindenden Bauelementen angepaßten Formteile, sondern auch an den Rohmaterialien, wie z. B. Folien oder sonstigen flächigen Ausgangsmaterialien für die Herstellung der Formteile durchgeführt werden. Werden die Formteile oder die Ausgangsmaterialien für die Formteile durch ein Gißverfahren erzeugt, können bereits bei diesem Schritt entsprechende Aussparungen erzeugt werden.

Genüß einer Ausführungsform der Erfindung wird das wie zuvor beschrieben zusammengesetzte Formteil zuerst auf den Träger aufgebracht. Dies kann insbesondere während des üblichen SMD-Bestückungsprozesses und mit üblichen Typbestückautomaten erfolgen. Danach erfolgt, ebenfalls im Rahmen des üblichen Bestückungsprozesses und unter Verwendung üblicher Bestückungsautomaten, das Aufsetzen des Bauelements. Alternativ kann das Formteil auch zuerst auf das Bauelement und dann zusammen mit dem Bauelement auf den Träger appliziert werden. Das Anbringen des erfundungsgemäßen Formteils oder einer Struktur aus diesem Formteil und dem jeweiligen Bauelement auf dem Träger im Rahmen des üblichen Bestückungsprozesses erfordert folglich keinen zusätzlichen apparativen und einen im Vergleich zum konventionellen Unterfüllen vernachlässigbaren zusätzlichen zeitlichen Aufwand.

Im Falle der Verwendung von Materialien, die Schmelzklebeeigenschaften besitzen, erfolgt vor der Bestückung des Trägers oder des Bauelements mit dem Formteil oder des Trägers mit der Struktur aus Formteil und Bauelement eine thermische Voraktivierung, durch die das Formteil weich und klebrig wird. Nach Aufsetzen des Formteils auf dem Bauelement und/oder dem Träger wird dann ein Verrutschen von Bauelement und/oder Träger erschwert. Hierdurch wird ein hoher Grad an Positioniergenauigkeit erreicht.

Im Falle der Verwendung thermisch austärkbarer Materialien wird nach dem Bestücken des Trägers mit dem Formteil und dem zu verankernenden Bauelement die so zusammengesetzte Struktur erhitzt, wodurch eine Aushärtung des Formteils und damit eine stabile mechanische Verbindung des Bauelements mit dem Träger erfolgt. Das Erhitzen kann im Rahmen des Lötprozesses (s. unten) oder unabhängig davon erfolgen.

Des weiteren kann das Formteil aus einem Harz oder Polymer bestehen, das auch ohne vorherige physikalische oder chemische Einwirkung Klebeeigenschaft besitzt oder mit einem solchen Material beschichtet ist. In diesem Fall werden die klebenden Oberflächen derartiger Formteile zweckmäßigerverweise mit einer Schutzschicht, z. B. einer Releasefolie, beschichtet, um Verschmutzungen und einen Verlust der Klebeeigenschaften während der Herstellung, Lagerung oder Verarbeitung zu vermeiden. Die Schutzschicht wird vor dem Befestigen des Formteils auf dem Träger und/oder dem Bauelement entfernt.

Die über ein Formteil mechanisch miteinander zu verbindenden Bauelement-Träger-Gruppen werden bevorzugt durch einen Lötprozess elektrisch miteinander verbunden. Hierzu werden z. B. Flip-Chips, wie zuvor beschrieben, an

den Anschlußstellen mit Lotpaste versehen, die dann zu Lothügeln umgeschmolzen wird. Das erfundungsgemäße Formteil wird dann an dem mit Lothügeln versehenen Flip-Chip oder an dem BGA-Element, das an der Unterseite Balls aufweist, so angebracht, daß die Lothügel bzw. die Balls in den Perforationen zu liegen kommen. Anschließend wird diese Struktur auf den Träger aufgetragen. Alternativ dazu kann das Formteil zuerst auf dem Träger angebracht werden und anschließend das Bauelement unter Einführen der Lothügel bzw. Balls in die Perforationen auf dem Formteil angebracht werden. Geeigneterweise besitzt das Formteil eine den Ausmaßen der Lothügel bzw. Balls angepaßte Dicke. Insbesondere besitzt es eine solche Dicke, daß die Lothügel bzw. Balls das Formteil gerade durchspannen. Ebenso ist die Form und der Durchmesser der Perforationen den Ausmaßen der Lothügel bzw. Balls angepaßt. Selbstverständlich können die zu verlögenden Anschlußstellen nicht nur in Form von Lothügeln oder Balls, sondern auch in anderen geometrischen Formen vorliegen.

Die Erzeugung der elektrischen Verbindungen zwischen Bauelementen und Träger erfolgt durch einen Lötprozess, z. B. durch Reflow-Löten. Gleichzeitig mit dem Reflow-Löten oder in einem getrennten Schritt kann gegebenenfalls der zuvor beschriebene Prozeß des Aushärtens des Formteils erfolgen.

Enthält das Formteil keine als Flußmittel wirkende Substanzen, so wird vor dem Auftragen des Formteils oder der Formteil-Bauelement-Struktur der Träger gemäß bekannter Verfahren mit Flußmittel benetzt. Alternativ können die Lothügel oder Balls auch zuerst in ein Flußmittel eingetaucht und anschließend auf den Träger aufgesetzt werden.

Enthält das Formteil, wie zuvor beschrieben, Substanzen, die als Flußmittel wirken, so sind zusätzliche Schritte des Flußmittelauftrags nicht mehr erforderlich. Auf diese Weise wird eine weitere Vereinfachung und Beschleunigung des Bestückungsvorgangs erreicht.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform wird das erfundungsgemäße Formteil hergestellt und auf einen Flip-Chip aufgebracht, indem ein noch nicht ausgehärtetes, also noch flüssiges oder zähflüssiges Harz oder Polymer der oben erläuterten Art auf einen bereits mit Lothügeln versehenen Wafer aufgetragen wird. Dabei umfließt das Harz bzw. Polymer die Lothügel. Anschließend wird diese Schicht, je nach verwendetem Harz oder Polymer durch Behandlung chemischer oder physikalischer Art, in einen ausgehärteten oder teilausgehärteten Zustand überführt. Beim späteren Zerkleinern des Wafers zu einzelnen Chips gemäß herkömmlicher Verfahren wird gleichzeitig die Harz- bzw. Polymerbeschichtung zu auf den Flip-Chips befindlichen Formteilen zerteilt.

So kann z. B. ein Epoxidharz in flüssigem Zustand auf den Wafer aufgetragen und anschließend in einen festen Zustand, in dem das Material aber noch schmelzbar und in Wärme formbar ist (B-Zustand) überführt werden. Die Aushärtung kann dann nach Zerteilen des Wafers einschließlich der Epoxidharzschicht und nach Aufbringen der Struktur aus Flip-Chip und Harzformteil auf den Träger erfolgen.

Genüß einer Variante der zuvor beschriebenen besonderen Ausführungsform wird das noch flüssige Harz oder Polymer in einer solchen Dicke auf den Wafer aufgetragen, daß die Lothügel gerade bedeckt sind. In diesem Fall ist es vorteilhaft, ein Harz- oder Polymermaterial zu verwenden, das durch Erhitzen klebfähig gemacht werden kann und das löslich ist. Demgemäß wird zuerst der Wafer zusammen mit der entsprechenden Harz- oder Polymerbeschichtung zerteilt, die Struktur aus Chip und dem resultierenden Formteil erhitzt und auf den Träger aufgeklebt (oder auch ohne Erhitzen nur auf den Träger aufgesetzt) und schließlich

durch einen Lötprozeß eine elektrisch leitende Verbindung der Lothügel der Chips über das lötfähige Harz- oder Polymermaterial mit den Anschlüssen auf dem Träger hergestellt. Natürlich können einzelne dieser Schritte auch kombiniert werden oder die Reihenfolge geändert werden. Insbesondere kann durch einen einzigen Erhitzungsschritt sowohl die mechanische, als auch die elektrische Verbindung erzeugt werden.

Gemäß einer zweiten Variante der zuvor beschriebenen besonderen Ausführungsform wird das noch flüssige Harz oder Polymer in einer solchen Dicke auf den Wafer aufgetragen, daß die Lothügel die Oberfläche der aufgetragenen Schicht etwas, d. h. um ca. 10 bis 100 µm, überragen. Anschließend werden Wafer und Beschichtung in herkömmlicher Weise zerteilt und auf einen Gurt aufgebracht. Der bei dieser Variante zu verwendende Gurt ist entweder über die gesamte Fläche oder entsprechend der Oberflächenabnässungen der aufzubringenden Chips mit einem lötfähigen Hafkleber beschichtet, der beim Herausnehmen der Chips, z. B. durch einen Bestückungsautomaten, an der harz-/polymerbeschichteten Oberfläche der Chips haften bleibt. Anschließend erfolgt ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Variante ein Verlöten der Chips über die Lothügel und den lötfähigen Hafkleber mit den Anschlüssen auf dem Träger.

Diese Variante besitzt den Vorteil, daß für die Harz- oder Polymerbeschichtung ein Material verwendet werden kann, das keine verlötbaren Komponenten besitzt. Stattdessen kann das Harz-/Polymermaterial mit wärmeleitfähigen Substanzen, wie z. B. AlN, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oder SiO<sub>2</sub>, gefüllt werden.

Als lötfähiger Hafkleber wird vorzugsweise ein Klebstoffmaterial verwendet, das durch Erhitzen vernetzt wird, so daß ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Variante das mechanische und elektrische Verbinden der Chips auf dem Träger durch eine geeignete, flexibel gestaltbare Abfolge von Erhitzungsschritten gewährleistet werden kann. So kann die mechanische und elektrische Verbindung z. B. gleichzeitig im Rahmen des Reflow-Prozesses erfolgen.

Soll eine Reparatur (Rework) der elektrischen Verbindungen zwischen Chip und Träger ermöglicht werden, so ist es von Vorteil, einen Hafkleber aus einem nicht-vernetzenden Material zu verwenden.

Gemäß einer dritten Variante der zuvor beschriebenen besonderen Ausführungsform wird der Wafer mit einem Harz- oder Polymermaterial beschichtet, das nach Übergang in einen (teil)ausgehärteten Zustand Klebeeigenschaften besitzt. Anschließend wird dieses Material mit einer Releasefolie beschichtet, durch die das Harz bzw. Polymer klebfähig gehalten und von Verunreinigungen geschützt wird. Diese Folie wird vor dem Auftragen der Chips auf den Träger entfernt. Diese Variante bietet den Vorteil, daß die Chips schon vor einem Erhitzungsschritt an dem Träger haften und so ein Verrutschen bei nachfolgenden Verarbeitungsschritten verhindert wird.

Das Harz- oder Polymermaterial wird bei dieser Variante vorzugsweise in einer Schichtdicke aufgetragen, die der Höhe der Lothügel in etwa entspricht. Des Weiteren ist es auch hier möglich, ein mit thermisch leitfähigen Stoffen versetztes Harz- oder Polymermaterial zu verwenden.

Bei allen Varianten dieser Ausführungsform kann das Auftragen der Harz-/Polymerschicht auf den Wafer mit herkömmlichen Verfahren, z. B. durch Spin-Coating, erfolgen.

Gegenstand der Erfindung ist genäß einer weiteren besonderen Ausführungsform ein Formteil, das zur mechanischen Verankerung und zusätzlich zur Ummantelung des Bauelementes dient. Hierzu ist das zuvor beschriebene Formteil genäß dieser Ausführungsform so dimensioniert und gefertigt, daß es nicht nur an der Verbindungsstelle zwischen Bauelement und Träger am Bauelement anliegt, sondern daß

es auch Bereiche außerhalb dieser Verbindungsstelle zu ummanteln geeignet ist. Die Ummantelung kann partiell oder vollständig sein. Die Ummantelung des Bauelements mit dem Formteil kann vor dem Bestücken eines Trägers mit dem Bauelement erfolgen. Alternativ dazu kann das Formteil zuerst in der oben beschriebenen Weise zwischen Träger und Bauelement zu liegen kommen und in einem nachfolgenden Schritt so umgeformt werden, daß eine Ummantelung des Bauelemente auch an Seiten erfolgt, die vom Träger abgewandt sind. Insbesondere wird ein solches Formteil zur Befestigung und Ummantelung von Flip-Chips eingesetzt.

Der zusätzliche Vorteil dieser speziellen Ausführungsform ist, daß Bauelemente durch eine Ummantelung vor mechanischen und chemischen Belastungen und, sofern das Formteil thermisch leitfähige Substanzen enthält, vor thermischen Belastungen geschützt werden. Werden Chips gleich nach der Produktion mit solchen Ummantelungen versehen, so sind sie dadurch besser vor einer Beschädigung bei nachfolgenden Transport- oder Verarbeitungsschritten geschützt. Insbesondere werden Silicium-Absplitterungen verhindert. Ein durch das erfundungsgemäß Formteil ummantelter Chip beansprucht darüberhinaus im Vergleich zu in konventionellen Gehäusen untergebrachten Chips deutlich weniger Platz auf einer Leiterplatte. Dies stellt aus den eingangs genannten Gründen einen erheblichen Vorteil dar.

Insgesamt bestehen Vorteile der Verwendung von Formteilen in den oben dargestellten Ausführungsformen erstens darin, daß das Unterfüllen elektronischer Bauelemente mit flüssigen Materialien vermieden wird. Zweitens kann durch Verwendung von Formteilen gemäß der Erfindung eine mechanische Verbindung zwischen Bauelement und Träger, ein Verlöten von Bauelement und Träger über Lothügel bzw. Balls und ein Fluxen der zu verlögenden Anschlußstellen und Loten durch in den Formteilen enthaltene Flußmittel in einem einzigen Schritt erfolgen, z. B. durch Erhitzen der Struktur aus Träger, Formteil und Bauelement im Rahmen eines Reflow-Lötprozesses. Hierdurch wird der Produktionsprozeß deutlich vereinfacht und beschleunigt. Durch die Verwendung geeigneter härtbarer, schmelzklebender Harze oder Polymere und die Wahl eines geeigneten Temperaturverlaufs beim Löt- und Aushärtungsprozeß kann außerdem erreicht werden, daß das Lot vor dem Aushärten des Harzes zu fließen beginnt. Auf diese Weise wird auch bei nicht völlig exakter Ausrichtung des Bauelements auf dem Träger eine stabil elektrisch leitende Verbindung erzielt.

Gegenstand der Erfindung sind außerdem Strukturen, die aus einem Flip-Chip oder einem BGA-Gehäuse und einem Formteil der zuvor beschriebenen Art bestehen. Insbesondere sind auch solche Strukturen Gegenstand der Erfindung, bei denen das Formteil mindestens an der dem Bauelement abgewandten Seite mit einem Hafkleber und einer darüberliegenden Schutzschicht, z. B. in Form einer Releasefolie, beschichtet ist. In diesem Fall wird die Klebeschicht vor dem Bestücken des Trägers durch Entfernen der Schutzschicht freigelegt.

Außerdem sind Gegenstand der Erfindung Strukturen, die aus einem Flip-Chip oder einem BGA-Gehäuse, einem Formteil der oben beschriebenen Art und einem Träger bestehen.

Wie zuvor beschrieben können Bauelement-Formteil-

Strukturen durch Bestücken eines Formteils mit mindestens einem Bauelement erhalten werden. Im Falle von Flip-Chips als Bauelementen besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Chip-Formteil-Strukturen durch Beschichten eines Wafers mit einer Harz- oder Polymerschicht und Zerteilen des beschichteten Wafers herzustellen. Die Bestückung von Trägern mit solchen Strukturen kann mit Techniken und Geräten erfolgen, die üblicherweise für die Bestückung von

Trägern mit Bauelementen eingesetzt werden, wie etwa einem "Chip-Shooter".

Strukturen aus Träger, Formteil und Bauelement können durch Bestücken eines Trägers mit mindestens einer Struktur aus Bauelement und Formteil oder durch Bestücken eines Trägers mit mindestens einem Formteil und anschließendem Bestücken der Formteile mit Bauelementen erhalten werden.

Wie beschrieben stellt die Erfindung ein Formteil und ein Verfahren bereit, über das in einem oder in mehreren Schritten Bauelemente auf Trägern, insbesondere auf Leiterplatten, mechanisch verankert werden, ohne daß ein nachträgliches Unterfüllen der Bauelemente erforderlich ist. Im Ergebnis wird dann das Bestückungsverfahren beschleunigt, vereinfacht und flexibler gestaltbar.

## Patentansprüche

1. Flächiges Formteil, das beim Bestücken eines Trägers für elektronische Bauelemente zwischen dem Träger und mindestens einem Bauelement zu liegen kommt, dadurch gekennzeichnet, daß das Formteil im Layout der zu bildenden elektrischen Verbindungen Perforationen aufweist.
2. Formteil nach Anspruch 1, das aus mindestens einem härtbaren Harz oder Polymer besteht oder ein härtbares Harz oder Polymer enthält.
3. Formteil nach Anspruch 1 oder 2, bestehend aus einem Material, das Hafteigenschaften besitzt oder das bei Einwirken von Wärme oder Druck oder durch chemische Behandlung Hafteigenschaften entwickelt.
4. Formteil nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Formteil aus mindestens einem Harz oder Polymer ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Harzen oder Polymeren auf der Basis von Epoxidien, Acrylaten, Epoxycrylaten, Polyamiden, Polyimiden, Polyestern, Siliconen, Ethylen-Vinylacetat und (Butadien-modifiziertem) Polystyrol sowie Phenolharzen besteht, ein solches Harz oder Polymer enthält oder mit einem solchen Harz oder Polymer beschichtet ist.
5. Formteil nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, das ein Flußmittel, ein Flußmittelgemisch oder eine ein Flußmittel enthaltende oder freisetzende Substanz enthält.
6. Formteil nach Anspruch 5, bei dem sich das Flußmittel, das Flußmittelgemisch oder die ein Flußmittel enthaltende oder freisetzende Substanz in den Perforationen des Formteils befindet.
7. Formteil nach Anspruch 5 oder 6, bei dem das Flußmittel eines aus der Stoffgruppe der Diamine, der Polyamine oder der Anhydride von Di- oder Polycarbonsäuren ist.
8. Formteil nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, das eine oder mehrere thermisch leitfähige Substanzen enthält.
9. Formteil nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem die Perforationen durch photolithographische Techniken, durch Ätztechniken, durch mechanisches Stanzen oder durch Stanzen mit Laserlicht erzeugt werden.
10. Formteil nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, das so geformt ist, daß damit eine teilweise oder vollständige Ummantelung des zu befestigenden Bauelements erfolgen kann.
11. Struktur, bestehend aus einem Bauelement und einem Formteil gemäß Anspruch 1.
12. Struktur nach Anspruch 11, bei der das Formteil aus einem Harz oder Polymer besteht oder mit einem

Harz oder Polymer beschichtet ist, das Klebeeigenschaft besitzt und mit einer Releasefolie beschichtet ist.

13. Struktur, bestehend aus einem Träger, mindestens einem elektronischen Bauelement und mindestens einem Formteil gemäß Anspruch 1.

14. Struktur nach Anspruch 13, bei der der Träger eine Leiterplatte und das Bauelement ein Flip-Chip oder ein Ball-Grid-Array-Bauelement ist.

15. Verfahren zum Bestücken eines Trägers für elektronische Bauelemente mindestens umfassend das Bereitstellen eines flächigen Formteils mit Perforationen, deren Flächenverteilung auf dem Formteil dem Layout der zu bildenden Schaltung angepaßt ist und Einbringen des Formteils zwischen den Träger und das dem Formteil zugeordnete Bauelement.

16. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem vor dem Anbringen des Bauelements auf einer Struktur bestehend aus Träger und Formteil diese Struktur aus Träger und Formteil erhitzt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei dem die Struktur aus Bauelement, Formteil und Träger erhitzt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem vor dem Anbringen des Formteils auf dem Träger und/oder auf dem Bauelement eine Releasefolie von mindestens einer Oberfläche des Formteils entfernt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem die Perforationen durch photolithographische Techniken, durch Ätztechniken, durch mechanisches Stanzen oder durch Stanzen mit Laserlicht erzeugt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 15, bei dem zur Bereitstellung des Formteils mit Perforationen ein flüssiges oder zäflüssiges, härtbares Harz oder Polymer auf einem mit Lothügeln versehenen Wafer aufgetragen und in einen teilweise oder vollständig ausgehärteten Zustand überführt wird und die Zerteilung der so hergestellten Harz- oder Polymerbeschichtung zu Formteilen mit der Zerteilung des Wafers zu Chips erfolgt.

21. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem das Harz oder Polymer lötfähig ist und nach dem Auftragen die Lothügel gerade bedeckt.

22. Verfahren nach Anspruch 21, bei dem vor dem Bestücken des Trägers mit den harz- oder polymerbeschichteten Chips die Harz- oder Polymerschicht durch Erhitzen klebfähig gemacht wird.

23. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem das Harz oder Polymer in einer Weise auf den Wafer aufgetragen wird, daß die Lothügel die Harz- oder Polymerschicht um ca. 10 bis 100 µm überragen, die Chips nach Zerteilen des Wafers auf einen Gurt aufgebracht werden, der mit einem Haftkleber beschichtet ist und beim Herausnehmen der Chips aus dem Gurt der Haftkleber auf der Harz- bzw. Polymerschicht haften bleibt.

24. Verfahren nach Anspruch 23, bei dem der Haftkleber aus einem nichtvernetzenden Polymer besteht.

25. Verfahren nach Anspruch 20, bei dem das Harz oder Polymer nach Aufragen auf den Wafer und teilweise oder vollständiger Aushärtung Klebeigenschaften besitzt und

die aufgetragene Harz- oder Polymerbeschichtung vor dem Zerteilen des Wafers und der Harz- oder Polymerbeschichtung mit einer Releasefolie beschichtet wird.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 25, bei dem das Aufragen des Harzes oder Polymers auf den Wafer durch ein Spin-Coating-Verfahren erfolgt.

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 26, bei dem das Harz oder Polymer eine oder mehrere ther-

misch leitfähige Substanzen enthält.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)